

PATENT
1503-0153P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE



Applicant: Veijo KARPPINEN et al. Conf.:
Appl. No.: 10/648,359 Group: Unassigned
Filed: August 27, 2003 Examiner: UNASSIGNED
For: COMPENSATION OF REACTIVE POWER VIA A FREQUENCY
CONVERTER

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

November 7, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicants hereby claim the right of priority based on the following application:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
FINLAND	20021526	August 27, 2002

A certified copy of the above-noted application is attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 
James M. Slattery, #28,380

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

JMS/RFG/bsh
1503-0153P

Attachment (s)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 22.8.2003

Veijo KARPPINEN et al.
10/648,359
Filed August 27, 2003
1503-0153P
BIRCH, STEWART, KOLASCH
f BIRCH, LLP
1703) 205-8000

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Vacon Oyj
Vaasa

Patenttihakemus nro
Patent application no

20021526

Tekemispäivä
Filing date

27.08.2002

Kansainvälinen luokka
International class

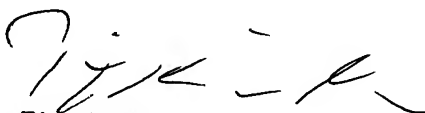
H02J

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Loistotehon kompensointi taajuusmuuttajalla"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite:	Arkadiankatu 6 A	Puhelin:	09 6939 500	Telefax:	09 6939 5328
	P.O.Box 1160	Telephone:	+ 358 9 6939 500	Telefax:	+ 358 9 6939 5328
	FIN-00101 Helsinki, FINLAND				

LOISTEHON KOMPENSOINTI TAAJUUSMUUTTAJALLA

Tämän keksinnön kohteena on menetelmä ja laitteisto loistehon kompensoimiseksi taajuusmuuttajan avulla.

5 Sähkönjakeluverkon kuormituksena on usein laitteita, jotka ottavat runsaasti (lähinnä induktiivista) loistehoa. Tällaisia laitteita ovat mm. suoraan verkkoon kytketyt moottorit ja tasavirtakäytöt. Loistehon takia verkon virtakuor-
mitus on suurempi kuin pelkkä hyötykuorma (pätöteho) vaatisi. Suurempi virta-
kuorma aiheuttaa erilaisia haittoja, kuten suurempia häviöitä verkossa sekä
10 kaapelien ja sulakkeiden ylivoimistusta.

Tunnetun tekniikan mukaisesti loistehon kompensointi tapahtuu erillisillä loistehon kompensointiin tarkoitetuilla kompensointilaitteistoilla. Induk-
tiivista loistehoa kompensoidaan tyypillisesti kondensaattoriyksiköillä. Kompen-
soinnin perusajatus näkyy kuvion 1 osoitindiagrammista, jossa U_p on vaihejännite,
15 I_{p1} on vaihevirta ennen kompensointia, I_c on kompensointikondensaattorin virta ja I_p on kompensoitu vaihevirta. Kondensaattorien avulla muodostetaan kompensointivirta I_c , joka on vastakkaisvaiheinen vaihevirtaan I_{p1} sisältyvän induktiivisen loisvirtakomponentin I_{p2} kanssa ja näin ollen kompensoi sen osittain tai kokonaan.

20 Kompensointikondensaattoreiden käytöllä on useita epäkohtia: Kompensoiva kapasitiivinen loisteho on vakio, jos kondensaattoriyksikön koko on vakio. Tämän takia kompensointiyksikköön rakennetaan normaalisti useita portaita, joita kytketään päälle tarpeen mukaan. Portaitaisuuden vuoksi päästään kuitenkin hyvin harvoin siihen tilanteeseen, että loisteho olisi täydellisesti kompensoitu. Lisäksi kompensointiyksikön koko ja kustannukset ovat korkeat,
25 ja kondensaattoriyksikkö on herkkä ylikuormittumaan, mikäli verkossa on laitteita, jotka aiheuttavat suurtaajuisia virtoja (kuten taajuusmuuttajat).

Eräs toinen tunnettu mahdollisuus loistehon kompensoimiseksi on US-A1-4,647,837 esittämä loistehon kompensointilaitteisto, jossa muodostetaan pakkokommutoidulla siltakytkennällä kompensointivirta, joka on vastakkais-
30 vaiheinen vaihevirran loiskomponentin kanssa ja näin ollen kompensoi sen. Tässä tapauksessa kompensointi on portaaton, joten sillä on mahdollista päästä kuormituksesta riippumatta täydelliseen kompensointiin.

35 Yhteistä kaikille tunnetun tekniikan mukaisille loistehon kompensointilaitteille on se, että kompensointia varten tarvitaan oma, vain tähän tarkoitukseen suunniteltu laitteisto, joka näin ollen vaatii lisäinvestoinnin.

Tämän keksinnön tarkoituksena on poistaa tunnetun tekniikan epä-

kohdat ja saada aikaan järjestely, jossa loistehon kompensointi voidaan saada aikaan sähköverkkoon kytketyn, esimerkiksi oikosulkumoottoria syöttävän taajuusmuuttajan avulla ilman merkittäviä lisäkustannuksia. Nykyaikaisiin taajuusmuuttajiin on mahdollista rakentaa aktiivinen, ohjattavilla puolijohdekytkimillä, kuten IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), varustettu verkkosilta (ns. verkkovaihtosuuntaaja), jonka avulla jarrutusenergia voidaan syöttää takaisin syöttöverkkoon. Aktiivisella tulosillalla taajuusmuuttajan ottaman verkkovirran ja verkkojännitteen välistä vaihesiirtokulmaa ϕ voidaan asettaa vapaasti säätämällä tulosillan muodostaman jännitteen U_{FC} suuruutta ja vaihesiirtokulmaa α verkkojännitteeseen U_P nähden. Kuvion 2 osoitindiagrammissa on esitetty eräs tilanne, jossa taajuusmuuttajan ottama verkkovirta I_{FC} on kapasitiivinen jolloin se voi kompensoida verkon induktiivista loistehoa. Normaalisti tehokerroin $\cos\phi$ asetellaan arvoon 1, jolloin taajuusmuuttaja ei ota lainkaan loistehoa verkosta. Aktiivisen tulosillan avulla voidaan myös verkkovirran käyrämuotoa asettaa lisäämällä tulosillan muodostamaan jännitekuvioon haluttuja yliaaltokomponentteja. Normaalisti käyrämuotona käytetään sinikäyrää.

On yleistä, ettei taajuusmuuttajan tarvitse toimia jatkuvasti täydellä kapasiteetillaan, esimerkiksi tuulimyllyissä, polttokennoissa ja vastaavissa hajautetun energiantuotannon sovelluksissa. Keksinnön ideana onkin käyttää syöttöverkon loistehon ja harmonisten virtojen kompensoimiseksi taajuusmuuttajan verkkovaihto-suuntaajasillan ylimääräistä kapasiteettia, jota on käytettävissä silloin, kun taajuusmuuttajan kuormaa syöttävä silta käy osateholla tai on kuormittamattomana. Näin ollen verkkovaihtosuuntaaja, kun sitä käytetään keksinnön mukaisesti, voi kuormitustilanteen mukaan kompensoida enemmän tai vähemmän syöttöverkon loistehoa ja virtayliaaltoja ja siten pienentää keskimääräistä loisteho- ja yliaaltokuormitusta ilman merkittäviä lisäkustannuksia.

Yksityiskohtaisesti keksinnön mukaiselle menetelmälle ja laitteistolle tunnusomaiset piirteet on esitetty oheisissa patenttivaatimuksissa.

Keksinnön ansiosta verkon loistehoa ja harmonisia virtoja voidaan kompensoida ilman erillistä kompensointilaitteistoa ja sen aiheuttamia ylimääräisiä investointeja. Kompensointi on portaaton, jolloin on mahdollista päästä täysin kompensoituun tilanteeseen syöttöverkon kokonaiskuormituksen vaihteiluista riippumatta.

Seuraavassa keksintöä kuvataan yksityiskohtaisemmin esimerkin avulla viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

kuvio 1 esittää tunnetun tekniikan mukaisen loistehon kompensoinnin osoitindiagrammia,

kuvio 2 esittää aktiivisen tulosillan toimintaa kuvaavaa osoitindigrammia.

kuvio 3 esittää keksinnön mukaista loistehon kompensointilaitteistoa,

kuvio 4 esittää laitteistoon kuuluvan taajuusmuuttajan tehoastetta, ohjausyksikköä ja moottoria, ja

kuvio 5 esittää keksinnön mukaisen loistehon kompensoinnin osoitindigrammia.

Kuviossa 3 on esitetty keksinnön mukainen laitteisto kolmivaiheisen vaihtosähköverkon (vaihejännitteet U_U , U_V , U_W) loistehon kompensoimiseksi. Laitteistossa on kolmivaiheinen, verkko- ja moottorisilloilla varustettu jänniteohjattu taajuusmuuttaja 1, jota ohjataan ohjausyksiköllä 2. Taajuusmuuttajassa molempia siltoja ohjataan pulssileveysmoduloinnilla (PWM), ja siinä on verkkosilta 10 syöttöverkon kolmivaiheisen vaihtojännitteen tasasuuntaamiseksi tasajännitevälipiirin tasajännitteeksi U_{DC} , kondensaattorilla C_{DC} varustettu tasajännitevälipiiri sekä kuormasilta 11 tasajännitevälipiirin tasajännitteen vaihtosuuntaamiseksi taajuudeltaan vaihtelevaksi kolmivaiheiseksi vaihtojännitteeksi (ks. kuvio 4). Taajuusmuuttaja 1 ohjaa kolmivaiheista oikosulkumoottoria 3 siten, että moottorin pyörimisnopeutta voidaan säätää. Moottorin ottamaa tehoa ja samalla taajuusmuuttajan 1 kuormitusta mitataan taajuusmuuttajan sisäisen mittausyksikön 4 avulla.

Kuviossa 4 on esitetty kolmivaiheisen pulssinleveysmodulaatiolla ohjatun taajuusmuuttajan 1 tehoaste. Taajuusmuuttajassa on verkkosilta 10 syöttöverkon kolmivaiheisen vaihtojännitteen, jossa on vaihejännitteet U_U , U_V , U_W , tasasuuntaamiseksi tasajännitevälipiirin tasajännitteeksi U_{DC} sekä kuormasilta (invertteri) 11 tasajännitevälipiirin tasajännitteen vaihtosuuntaamiseksi taajuudeltaan vaihtelevaksi kolmivaiheiseksi vaihtojännitteeksi, jonka vaihejännitteet ovat U_R , U_S , U_T . Kuormasilta 11 on kokoaaltosilta, jossa ohjausyksikkö 13 ohjaa pulssileveysmodulaatiolla kunkin vaiheen puolijohdekytkimiä (esim. IGBT) $V_{11} - V_{16}$ (R-vaihe V_{11} , V_{14} , S-vaihe V_{12} , V_{15} ja T-vaihe V_{13} , V_{16}), joiden rinnalla on vastarinnankytketyt diodit $D_{11} - D_{16}$. Vastaavasti verkkosillassa on kunkin vaiheen puolijohdekytkimiä $V_{01} - V_{06}$ (U-vaihe V_{01} , V_{04} , V-vaihe V_{02} , V_{05} ja W-vaihe V_{03} , V_{06}), joiden rinnalla on vastarinnankytketyt diodit $D_{01} - D_{06}$.

Taajuusmuuttajan aktiivinen verkkosilta 10 kytkeytyy syöttöverkkoon kolmivaiheisen kuristinyksikön L_{AC} kautta. Kuristinyksikön yli vaikuttava jännite U_{LAC} , joka määrää taajuusmuuttajan ottaman verkkovirran suuruuden ja vaihe-
siirtokulman, on sama kuin jännite-ero verkkojännitteen U_P ja verkkosillan muodostaman jännitteen U_{FC} välillä (ks. kuvio 2). Koska aktiivisen verkkosillan 10

muodostamaa jännitettä U_{FC} ja sen vaihesiirtokulmaa α verkkojännitteeseen U_p nähden voidaan vapaasti asetella pulssinleveysmodulaatiolla, voidaan tätä kautta myös verkkovirran ja –jännitteen välistä vaihesiirtokulmaa ϕ ja verkkovirran yliaaltojen suuruutta asetella. Normaalisti tätä aktiivisen verkkosillan ominaisuutta käytetään jarrutusenergian syöttämiseksi takaisin syöttöverkkoon ja lähes sinimuotoisen verkkovirran aikaansaamiseksi.

Keksinnön mukaisesti taajuusmuuttajan aktiivisen tulosillan ylimääräistä kapasiteettia, jota on käytettävissä silloin, kun taajuusmuuttajan kuormaa, esimerkiksi oikosulkumoottoria, syöttävä silta käy osateholla, (eli kun tulosillan täyttä virrankäsittelykykyä ei tarvita taajuusmuuttajaan liitetyn moottorin tehonsyöttöön) käytetään kompensoimaan syöttöverkon loistehoa ja harmonisia virtoja säätämällä taajuusmuuttajan ottaman verkkovirran ja verkkojännitteen välistä vaihesiirtokulmaa ja verkkovirran käyrämuotoa. Tätä varten verkkoon on järjestetty verkon loistehon ja harmonisten virtojen mittaussyksikkö 5, joka on yhdistetty ohjausyksikköön 2 (ks. kuvio 3).

Kuviossa 5 on esitetty keksinnön mukaisen loistehon kompensoinnin periaate: Siinä I_{FC} on taajuusmuuttajan ottama virta, joka voidaan jakaa moottoriin syötettävän tehon vaatimaksi pätövirraksi I_{FCr} ja kapasitiiviseksi loisvirraksi I_{FCc} . Kyseistä loisvirtaa voidaan asetella portaattomasti taajuusmuuttajan virrankäsittelykyvyn rajoissa ja sitä käytetään syöttöverkon kokonaisvirtaan I_{P1} sisältyvän induktiivisen loisvirtakomponentin I_{P2} mahdollisimman täydelliseen kompensoimiseen.

Alan ammattimiehelle on selvää, että keksinnön eri sovellutusmuodot eivät rajoitu yksinomaan edellä esitettyyn esimerkkiin, vaan ne voivat vaihdella jäljempänä esitettyjen patenttivaatimusten puitteissa. Keksintö toimii myös ryhmä- ja linjakäytöissä, joissa yhdellä verkkovaihtosuuntaajalla syötetään useita sähkömoottoreita ohjaavia vaihtosuuntaajia.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä loistehon ja/tai harmonisten virtojen kompensoimiseksi vaihtosähköverkossa vaihtosähkökuormaa (3) syöttävän taajuusmuuttajan (1) avulla, jossa taajuusmuuttajassa on ohjattavilla puolijohdekytkimillä varustetut verkkosilta (10) ja ainakin yksi kuormasilta (11), **tunnettu** siitä, että menetelmässä:

mitataan vaihtosähköverkon loistehoa ja/tai harmonisia virtoja, mitataan taajuusmuuttajan verkkosillan kuormitusta, ja
10 kompensoidaan vaihtosähköverkon loistehoa ja/tai harmonisia virtoja taajuusmuuttajan avulla verkkosillan käydessä osateholla tai ollessa kuormittamattomana.

2. Laitteisto loistehon ja/tai harmonisten virtojen kompensoimiseksi vaihtosähköverkossa, jossa laitteistossa on:

15 vaihtosähkökuormaa (3) syöttävä taajuusmuuttaja (1), jossa taajuusmuuttajassa on ohjattavilla puolijohdekytkimillä varustetut verkkosilta (10) ja ainakin yksi kuormasilta (11) sekä (2) ohjausyksikkö verkko- ja kuormasillan ohjaamiseksi, ja

tunnettu siitä, että laitteistossa edelleen on:
20 mittausyksikkö (5) vaihtosähköverkon loistehon ja/tai harmonisten virtojen mittaamiseksi, ja

mittausyksikkö (4), jolla mitataan taajuusmuuttajan verkkosillan kuormitusta, ja

25 että ohjausyksikkö (2) ohjaa verkkosiltaa kompensoimaan vaihtosähköverkon loistehoa ja/tai harmonisia virtoja taajuusmuuttajan avulla verkkosillan käydessä osateholla tai ollessa kuormittamattomana.

(57) TIIVISTELMÄ

Menetelmä ja laitteisto loistehon ja/tai harmonisten virtojen kompensoimiseksi vaihtosähköverkossa vaihtosähkökuormaa (3) syöttävän taajuusmuuttajan (1) avulla, jossa taajuusmuuttajassa on ohjattavilla puolijohdekytkimillä varustetut verkkosilta ja ainakin yksi kuormasilta, jossa menetelmässä mitataan vaihtosähköverkon loistehoa ja/tai harmonisia virtoja, mitataan taajuusmuuttajan verkkosillan kuormitusta, ja kompensoidaan vaihtosähköverkon loistehoa ja/tai harmonisia virtoja taajuusmuuttajan avulla verkkosillan käydessä osateholla tai ollessa kuormittamattomana.

Fig. 3



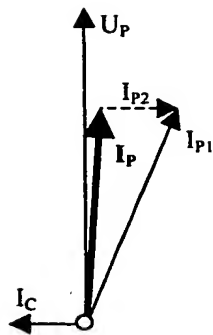


FIG. 1

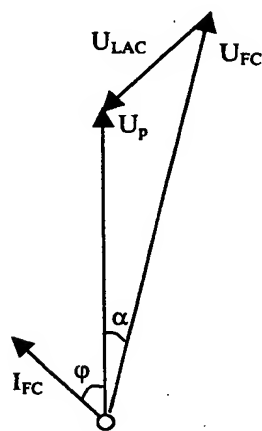


FIG. 2

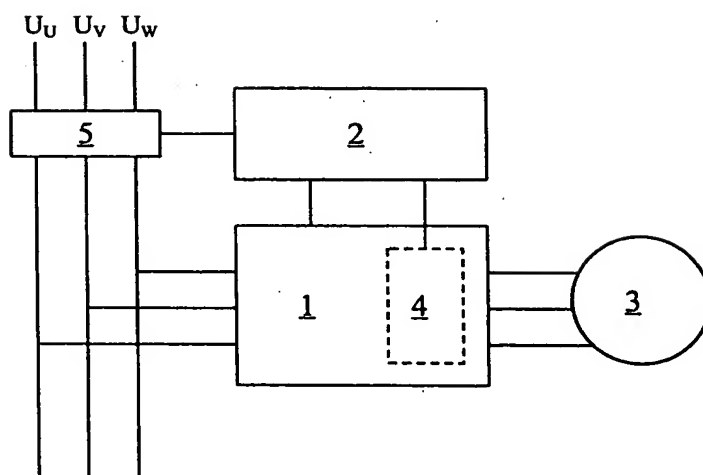


FIG. 3

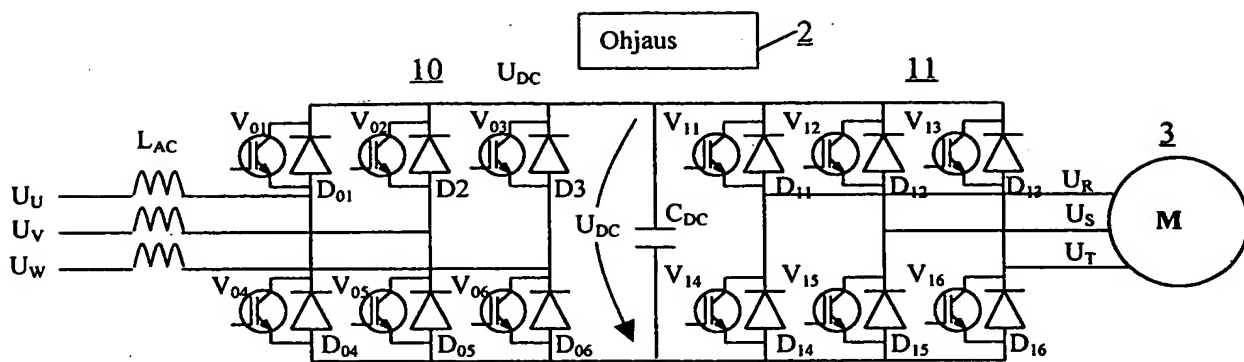


FIG. 4

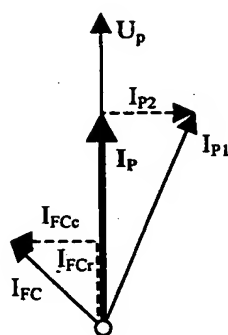


FIG. 5

18.07.2003

Heinänen Oy Patenttitoimisto

Annankatu 31-33 C

00100 Helsinki

Patenttihakemus nro: 20021526
Luokka: H02J / EIM
Hakija: Vacon Oyj
Asiamies: Heinänen Oy Patenttitoimisto
Asiamiehen viite: 103754

Määräpäivä: 18.01.2004

Patenttihakemuksen numero ja luokka on mainittava kirjelmässänne PRH:lle

Hakemus koskee menetelmää ja laitteistoa loistehon ja/tai harmonisten virtojen kompensoimiseksi vaihtosähköverkossa vaihtosähkökuormaa syöttävän taajuusmuuttajan avulla. Taajuusmuuttajassa on ohjattavilla puolijohdekytkimillä varustetut verkkosilta ja ainakin yksi kuormasilta. Keksinnön mukaisessa menetelmässä mitataan vaihtosähköverkon loistehoa ja/tai harmonisia virtoja sekä taajuusmuuttajan verkkosillan kuormitusta, ja kompensoidaan vaihtosähköverkon loistehoa ja/tai harmonisia virtoja taajuusmuuttajan avulla verkkosillan käydessä osateholla tai ollessa kuormittamattomana.

Patenttivaatimuksissa 1 ja 2 määritellyt keksinnöt ovat suoritettun tutkimuksen perusteella patentoitavissa (patenttilaki 1 ja 2 §).

Yleistä tekniikan tasoa edustavina voidaan suuntaajien käytöstä loistehon kompensointiin mainita mm. patenttijulkaisut JP 09009509 A (H02J3/18), JP 8322153 A (H02J3/16), DE 4327162 C1 (H02P7/44) ja US 4344025 (H02P5/40).

Patenttivaatimukset ja tiivistelmä pyydetään toimittamaan myös ruotsin kielellä (patenttilaki 8 § 5 mom).

Esko Mustonen

Tutkijainsinööri
Puhelin: (09) 6939 5351

Esko Mustonen

Liitteet Tutkimusraportti
Viitejulkaisujen kopiot 2 kpl:na

Lausumanne huomautusten johdosta on annettava viimeistään yllämainittuna määräpäivänä. Jollette ole antanut lausumaanne virastoon viimeistään mainittuna määräpäivänä tai ryhtynyt toimenpiteisiin tässä välipäätöksessä esitettyjen puutteellisuuksien korjaamiseksi, jätetään hakemus sillensä (patenttilain 15 §). Sillensä jätetty hakemus otetaan uudelleen käsiteltäväksi, jos Te neljän kuukauden kuluessa määräpäivästä annatte lausumanne tai ryhdytte toimenpiteisiin esitettyjen puutteellisuuksien korjaamiseksi ja samassa ajassa suoritate vahvistetun uudelleenkäsittelymaksun. Jos lausumanne on annettu virastoon oikeassa ajassa, mutta esitettyjä puutteellisuuksia ei ole siten korjattu, että hakemus voitaisiin hyväksyä, se hylätään, mikäli virastolla ei ole aihetta antaa Teille uutta välipäätöstä (patenttilain 16 §). Uusi keksinnön selitys, siihen tehty lisäykset ja uudet patenttivaatimukset on aina jätettävä kahtena kappaleena ja tällöin on otettava huomioon patenttiasetuksen 19 §.

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

PATENTTIHAKEMUS NRO 20021526	LUOKITUS H02J3/18, H02M5/458
--	-------------------------------------

TUTKITTU AINEISTO
<p>Patenttijulkaisukokoelma (FI, SE, NO, DK, DE, CH, EP, WO, GB, US), tutkitut luokat</p> <p>H02M1/00, 1/12 (FI, SE, NO, DK)</p> <p>H02M5/00, 5/40, 5/42, 5/44, 5/443, 5/45, 5/451, 5/453, 5/458 (FI, SE, NO, DK)</p> <p>H02J3/00, 3/01, 3/18 (FI, SE, NO, DK)</p>
<p>Tiedonhaut ja muu aineisto</p> <p>Epodoc-, WPI- ja PAJ-tietokantahaut hakusanoilla: converter / frequency changer, rectifier, inverter, electric drive, reactive (power, current), compensate / -or / -ion, power factor, load, semiconductor, transistor, igbt</p>

VIITEJULKAISUT <i>cited references</i> <i>Regarding Claims</i>		
Kategoria*)	Julkaisun tunnistetiedot	Koskee vaatimuksia
A	JP 09009509 A (H02J3/18; KAWAKAMI NORIKAZU)	1, 2
A	JP 8322153 A (H02J3/16, G05F1/70, H02J3/18, H02J3/26, H02M7/48; YAMAMOTO MITSUTOSHI)	1,2
A	DE 4327162 C1 (H02P7/44, H02M1/12, G05F1/70; Dao Hoang-Minh)	1,2
A	US 4344025 (H02P5/40; Toshiaki Okuyama, Yuzuru Kubota, Hiroshi Nagase, Katsunori Suzuki)	1,2
<p>*) X Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu yksinään tarkasteltuna Y Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu, kun otetaan huomioon tämä ja yksi tai useampi samaan kategoriaan kuuluva julkaisu A Yleistä tekniikan tasoa edustava julkaisu, ei kuitenkaan patentoitavuuden este</p>		
Päiväys 18.7.2003	Tutkija Esko Mustonen	